

摘出犬肺における肺内気管支及び血管周囲の 間質液圧の分布に関する研究

池 田 裕 次

札幌医科大学内科学第3講座 (主任 鈴木 明 教授)

Interstitial Fluid Pressures in Adjacent Peribronchovascular Spaces of Excised Dog Lobes

Yuji IKEDA

Department of Internal Medicine (Section 3), Sapporo Medical College

(Chief : Prof. A. Suzuki)

Pulmonary interstitial fluid pressures ($P_x(f)_1$, $P_x(f)_2$, $P_x(f)_3$, and $P_x(f)_4$) in four different spaces around the bronchus and artery were measured directly by saline-filled wick catheter in 20 excised dog lobes. $P_x(f)_1$, $P_x(f)_2$, $P_x(f)_3$, and $P_x(f)_4$ were measured in spaces between the media of the pulmonary artery and the surrounding adventitia, between the pulmonary artery adventitia and the fibroelastic membrane, between the fibroelastic membrane and the bronchial adventitia, and in the tunica propria mucosae of the bronchus, respectively.

$P_x(f)_1$, $P_x(f)_2$, $P_x(f)_3$, and $P_x(f)_4$ showed $+4.0 \pm 2.9$, -18.0 ± 4.7 , $+1.2 \pm 1.9$, and $+6.2 \pm 1.6$ cmH₂O (mean \pm SD, $n=5$) relative to pleural pressure (P_{pl}) at lung recoil pressure (P_L) of 30 cmH₂O, respectively. After vascular expansion ($+30$ cmH₂O relative to alveolar pressure) these pressures changed to $+18.2 \pm 4.4$, -10.2 ± 6.9 , $+5.4 \pm 2.7$, and $+6.4 \pm 1.5$ cmH₂O (mean \pm SD) relative to P_{pl} at $P_L=30$ cmH₂O, respectively. $P_x(f)_2$ was more strongly negative than P_{pl} , but $P_x(f)_1$, $P_x(f)_3$, and $P_x(f)_4$ were similar to P_{pl} . We conclude that $P_x(f)_{1-4}$ were different in each space between the bronchus and artery and the interstitial fluid did not pass through these membrane easily.

(Received September 9, 1985 and accepted September 30, 1985)

Key words: Interstitial pressure, Peribronchial structure, Lung recoil pressure,
Pulmonary interdependence

1 結 言

肺内における気管支周囲圧あるいは血管周囲圧は、これまで、肺実質が付着した状態と、肺実質を剝離した状態とで、気管支又は血管の圧一直径曲線を直接比較する方法¹⁻³⁾と、気管支又は血管の圧一直径曲線と肺実質そのものの力学的特性を解析した成績を用いて推測する方法⁴⁻⁸⁾の2つの方法により求められてきた。

近年、気管支と肺動脈接合部に、wick カテーテルを挿入し、気管支、血管周囲圧を直接測定した成績⁹⁻¹¹⁾がいくつか報告されている。これらは、前述の総気管支周囲圧ではなく、局所気管支周囲圧、もしくは気管支周囲間質液圧(interstitial fluid pressure = $P_x(f)$)

を示すものと考えられている。

これまでの報告では、圧一直径曲線による方法と wick カテーテルによる方法の両者の間に圧差があり、とくに Sasaki *et al.*³⁾により報告された総気管支周囲圧(peribronchial pressure = P_x)と、Goshy *et al.*¹¹⁾により報告された気管支周囲間質液圧では、約2倍の圧差がある。この原因は、単に、測定方法の差によるのみならず、肺内気管支周囲及び血管周囲の構造が影響を与えている可能性がある。

著者¹²⁾は、先に、気管支周囲にfibroelastic membraneと呼んでいる構造があることによって、気管支のコンプライアンスが低下し、さらにこれに血管が付着することによってその低下が著しくなることを報告した。こ

の結果から考えると, fibroelastic membrane の内側と外側では, 間質液圧に差がある可能性が示唆される。

そこで, 摘出した犬肺を用いて, 肺内気管支周囲及び血管周囲の4つの異なった部位に, wick カテーテルを挿入し, 肺内気管支周囲および血管周囲の構造が, それぞれの部位の間質液圧にどのように影響しているか, さらに, これらの間質液圧に血管内圧がどのように影響しているかを検討した。

2 方 法

2.1.1 対象と実験モデルの作製

体重 20~25 kg の雑種犬 10 頭を, ペントバルビタール (40 mg/kg) で麻酔し, ヘパリン (300 i.v./kg) 静注後, 脱血死させ左右の肺下葉を摘出した。

肺は, 気管支とプラスチック製カニューレ (長さ: 45 mm, 内径: 13 mm, 外径: 15 mm) を, 肺門から 10~15 mm のところで接続し, さらに, 肺動脈と肺静脈に細いカニューレ (長さ: 20 mm, 内径: 4 mm, 外径 5mm) を挿入し接続, 後述の wick カテーテルを挿入した後, Fig. 1 に示したように合成樹脂製陰圧箱につり下げた。

2.1.1 Wick カテーテルの作製

気管支及び肺動脈の周囲間質液圧を測定するために, Scholander *et al.*¹⁴⁾ の wick カテーテル法を用いた。Wick カテーテルは, テフロン製 (長さ: 300 mm, 内径: 1.12 mm) で, カテーテルの先端 5 mm 以内のところに, 10~15 個の側穴をあけ, カテーテル内には, 40 mm の長さの木綿の糸を挿入したのちそれをはぐし, カテーテルの先端から約 5 mm 出るようにした。Wick カテーテルの外側には, 5 mm 間隔でマークをつけ, 肺内に挿入したときの長さを正確に測定できるようにした⁹⁻¹¹⁾。

Wick カテーテル内及び間質液圧測定系内を満たす生理的食塩液は, 30~40 分間, 煮沸させ脱気し, 測定系内の気泡をとりのぞいた。

2.1.3 Wick カテーテル挿入部位と挿入方法

摘出した犬肺下葉は 4 群に分け, それぞれ以下の 4 つの部位に wick カテーテルを挿入した。すなわち, 肺動脈壁の中膜と外膜の間, 肺動脈壁の外膜と fibroelastic membrane の間, fibroelastic membrane と気管支外膜の間, 及び気管支軟骨層の内側で気管支の粘膜固有層内である。それぞれの部位における間質液圧は, $P_x(f)_1$, $P_x(f)_2$, $P_x(f)_3$, および $P_x(f)_4$ とし 5 肺葉ずつ測定した。

Wick カテーテル挿入に先立って, 先端が鈍な金属性

の針 (径: 1.2 mm) を用い, 肺内より 8 mm 位上方で胸膜をやぶり, 徐々に, 気管支や血管周囲の目的の部位に 10 mm 挿入し, 挿入路をつくった。次に, 先端を鈍化させた皮下針 (15 G) をガイド針とし, その中に生理的食塩液を満たしたカテーテルを入れ, 皮下針よりカテーテルの先が 1 mm 出ている状態とし, あらかじめ作製した挿入路を通してさらに 35~40 mm まで挿入したのち, 皮下針を抜きとり, wick カテーテルを残し, 他端を差圧型トラレスジャーサー (Stathan P23-Dd) に接続した。

2.1.4 間質液圧の測定

Wick カテーテルを挿入後, Fig. 1 のごとく, 合成樹脂製陰圧箱につるし, 約半分の生理的食塩液を注入し肺を横に倒した。さらに, 生理的食塩液に発泡スチロールの板 (厚さ: 20 mm, たて: 200 mm, 横 200 mm) を浮かせ, 肺を板の上ののせた, wick カテーテルは水平に保ち, 間質液圧のゼロは, wick カテーテルの高さとした。

Wick カテーテルを挿入された肺葉は, 陰圧箱内で肺弾性圧 0 cm H₂O から 5 cm H₂O 間隔で, 30 cm H₂O まで 6 段階で吸気させ, その後, 5 cm H₂O 間隔で減少させ呼出を行なわせ, 各間質液圧を測定した。肺血管内圧は, 最初, 肺胞内圧と一致させ (0 cm H₂O), 次に, 30 cm H₂O 上昇させて測定した。さらに, wick カテーテルによる測定値の再現性をチェックする為に, 再度, 肺血管内圧を肺胞内圧と等しくし, 間質液圧を測定した。

肺弾性圧, 間質液圧, 肺血管内圧は, それぞれ記録

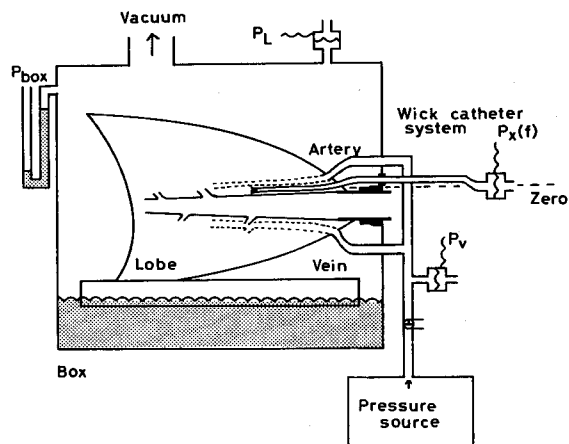


Fig. 1 Experimental apparatus. The lobe was inflated by negative pleural pressure. A saline-filled catheter was inserted in four different spaces around the bronchus and artery. The lobe laid on the floating slab in the saline solution.

計 (Gould-Brush Model 260) に記録した。肺容量を変化させたあとの間質液圧は、約 20~40 秒で安定した。

肺葉摘出から、実験終了までの時間は、3 時間以内であった。

成績は平均値及び SD で示した。統計学的分析は、各々の群で paired t-test を行ない、有意差は $P < 0.05$ とした。

2.2.1 Wick カテーテルの挿入部位の確認と気管支及び血管周囲構造の組織学的検索

Wick カテーテルの先端の挿入部位を確認するために、次のような検討を行なった。すなわち、間質液圧測定後、4 つの異なった部位にカテーテルを挿入したおのこの 5 つの肺葉のうち、各一葉を組織学的検索の固定用として残し、のこりのすべてを、wick カテーテルを

挿入したまま、メスで注意深く切開し先端の位置を調べた。Px(f)₁ では、wick カテーテルは肺動脈の壁内で外膜のすぐ下に存在していた。Px(f)₂ では、カテーテルは気管支と血管がひき離されてできる空間に存在していた。Px(f)₃ では、カテーテルは気管支の fibroelastic membrane を剥ぐとすぐ真下に存在していた。Px(f)₄ は、fibroelastic membrane を剥いても先端はその表面には露出されず、気管支壁内に存在していた。

組織学的検索は、まず、摘出犬肺で、カテーテルを挿入していない肺葉 2 個を用い、2% グルタルアルデハイド溶液を、気管支及び血管に 6~10 cm H₂O の陽圧で注入し、肺を固定した。固定した肺から、気管支及び血管が近接する部位を切りだし、光学顕微鏡観察に供した。又、走査型電顕観察の為に、さらに、4 酸化オスミウムで固定したのち通法のごとく処理した。

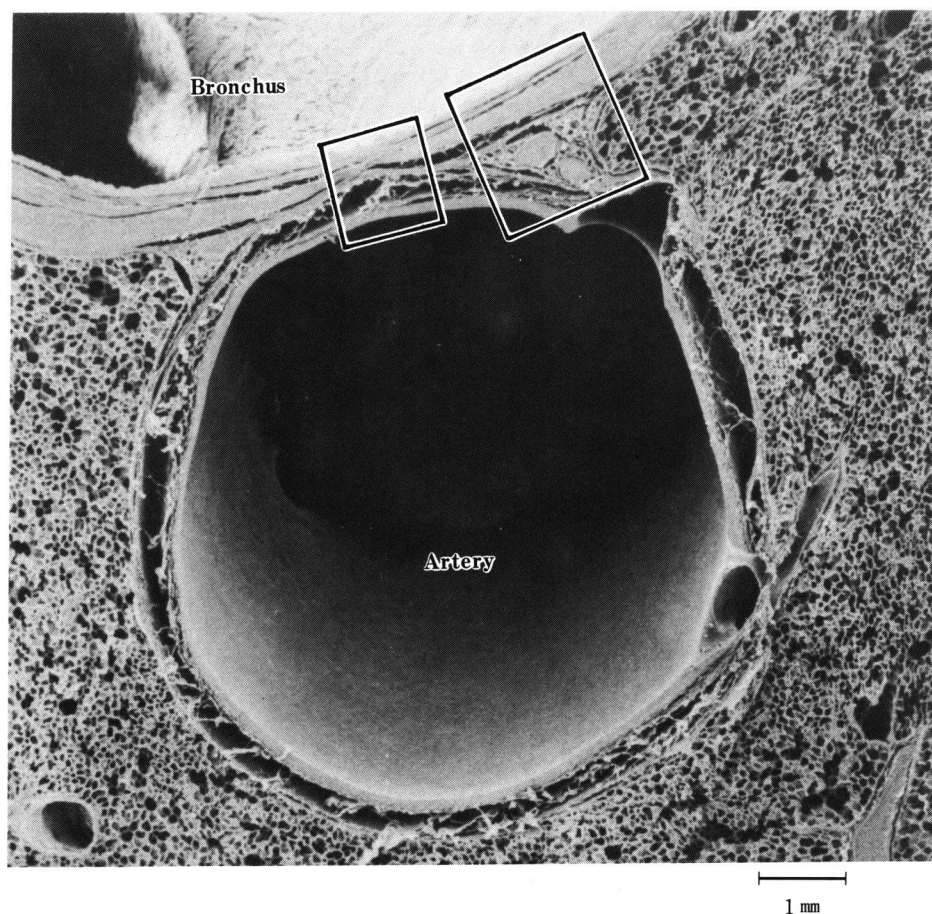


Fig. 2 Survey scanning electron micrograph shows part of a lobar bronchus and an accompanying pulmonary artery. The dashed-in boxes indicate areas enlarged in figures 3A and 3B. A fibroelastic membrane, which can be defined as part of the adventitia of the bronchial wall, is also reflected around the artery. A loose connective tissue present between the fibroelastic membrane and the artery is evident in this micrograph. Apparent spaces can form in this loose network of connective tissue.

次に, wick カテーテルを挿入した各部位の肺葉おのおの一葉を, カテーテルを挿入したまま, 同様に, 2% グルタルアルデヒド溶液を, 気管支及び血管に注入し, 固定した。そのあと, カテーテルを抜去し, カテーテルの挿入部位を光学顕微鏡で検索した。

3 成 績

3・1 気管支周囲組織の構造とカテーテル挿入路

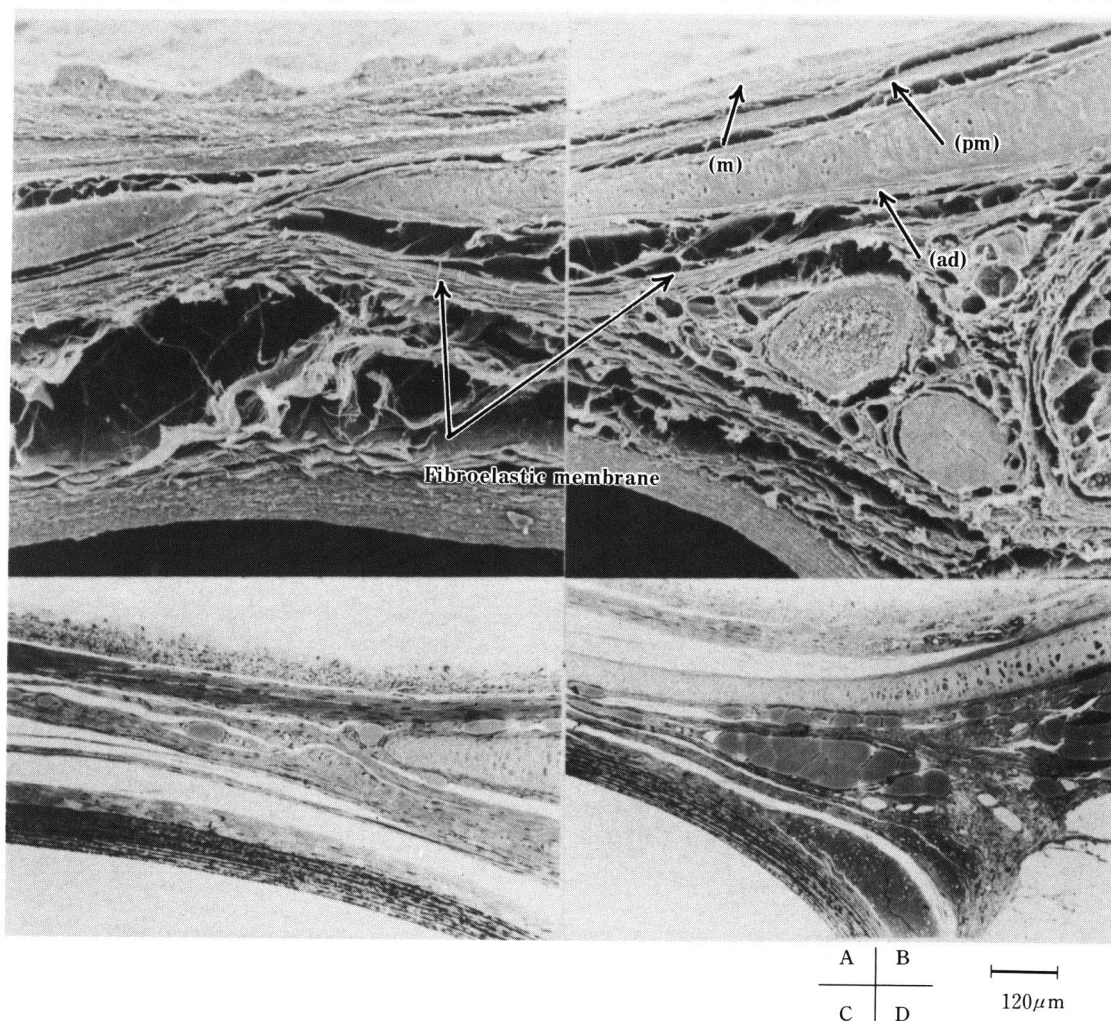
Fig. 2 は, 正常の気管支と肺動脈を含む標本の走査電顕像である。Fig. 3 の A, B は, Fig. 2 の強拡大像を示し, Fig. 3 C, D には相当する部位の光学顕微鏡像を示している。Fig. 2, 3 には, 血管の外膜とは明らかに

分離出来る疎性結合組織からなり, その中に弾性線維を含む層が認められる。これは, 手動的に剝離可能であり, Von Hayek¹³⁾ のいう Peribronchium に相当する。われわれは, この層を fibroelastic membrane と呼んでいる。Fig. 2, 3 には, その fibroelastic membrane が血管と気管支をとり囲んでいる状態が示されている。

Fig. 4 に, カテーテル挿入後の組織像を示した。それは, wick カテーテルを fibroelastic membrane と肺動脈外膜の間に挿入しており, それは $Px(f)_2$ として表わされる部位である。

3・2 気管支周囲間質液圧 ($Px(f)$) の測定

Table 1 は, 肺血管内圧を 0 cm H₂O として, 吸気時



Figs. 3A and 3B. Higher magnifications of portions of Figure 2. The bronchial wall consists of a mucosa (m), propria mucosae (pm), and adventitia (ad). The adventitia of the artery is composed of a dense connective tissue, including collagen network.

Figs. 3C and 3D. Light microscopic photographs of areas comparable to the areas shown in Figures 3A and 3B, respectively.

The light microscopic photographs are in good accordance to the scanning electron micrographs.

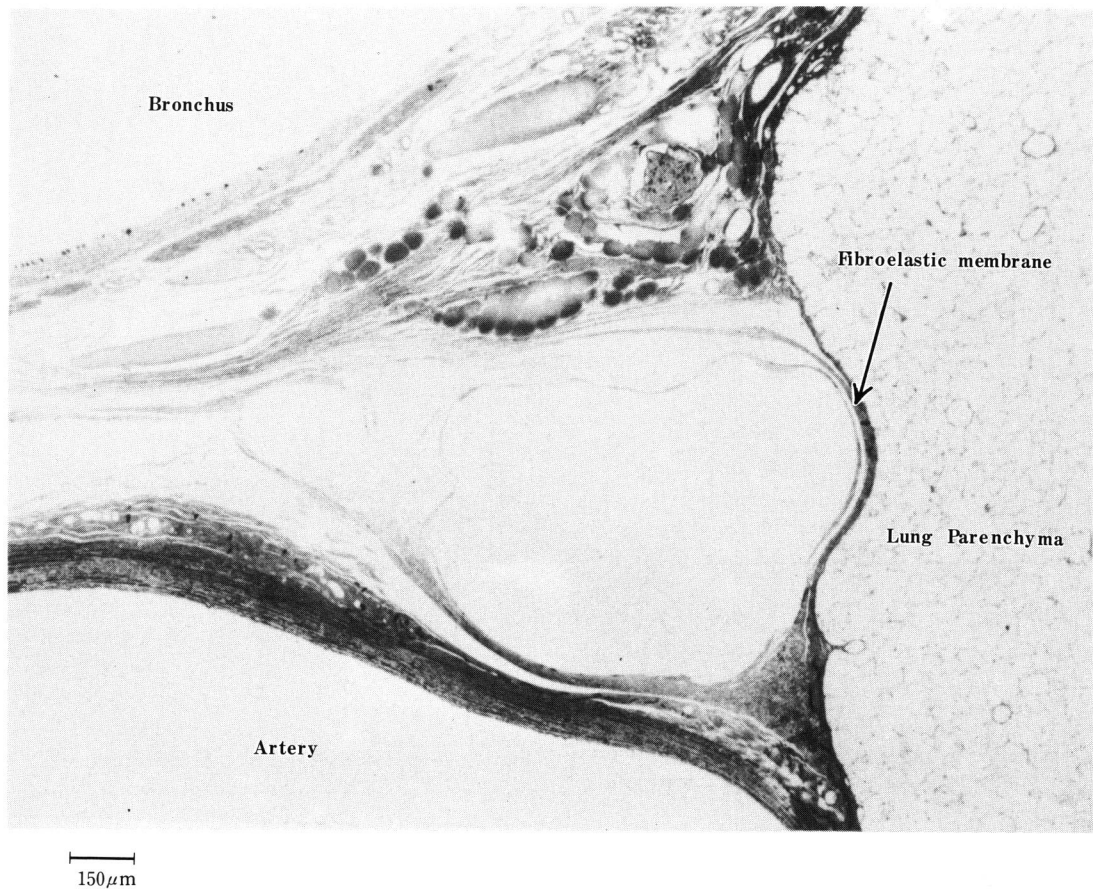


Fig. 4 A cross-section that shows an area comparable to that shown in Figures 3B and 3D, after the insertion of a wick catheter.

The tissue is somewhat distorted by the wick catheter but the histological structures pointed out in the normal tissue can still be identified. The strands of the fibroelastic membrane that aligned the segments of cartilage seemed to be pulled apart but the fibroelastic membrane that extends from the bronchus to the artery was still intact.

Table 1 Comparison of wick pressures, and total peribronchial pressures of deflation limb in homogeneous inflation ($P_A = P_V$)

		P_L (cmH ₂ O)					
		30	25	20	15	10	5
Interstitial fluid pressure (Px(f))	Px(f) ₁ -Ppl	+ 4.0±2.9	+ 1.0±2.5	- 0.6±1.5	- 2.2±1.4	- 3.2±1.9	- 3.2±1.6
	Px(f) ₂ -Ppl	-18.0±4.7	-17.0±4.6	-13.4±4.0	-13.0±4.9	-9.6±4.5	-7.4±3.9
	Px(f) ₃ -Ppl	+ 1.2±1.9	- 1.4±2.0	- 2.6±1.8	- 3.0±2.0	-3.4±1.5	-3.6±1.1
	(cmH ₂ O) Px(f) ₄ -Ppl	+ 6.2±1.6	+ 2.6±2.0	+ 0.2±2.7	- 1.6±2.1	-3.0±1.5	-3.6±0.8
Estimated total peribronchial pressure (Px)	Px ₁ -Ppl					-4.2±2.1	-3.0±1.4
	Px ₂ -Ppl					-3.5±2.1	-2.7±1.7
	Px ₃ -Ppl					-0.6±1.8	-1.0±1.2
	(cmH ₂ O)* Px ₄ -Ppl					+1.5±1.6	-0.2±0.8

* Data of IKEDA¹²⁾

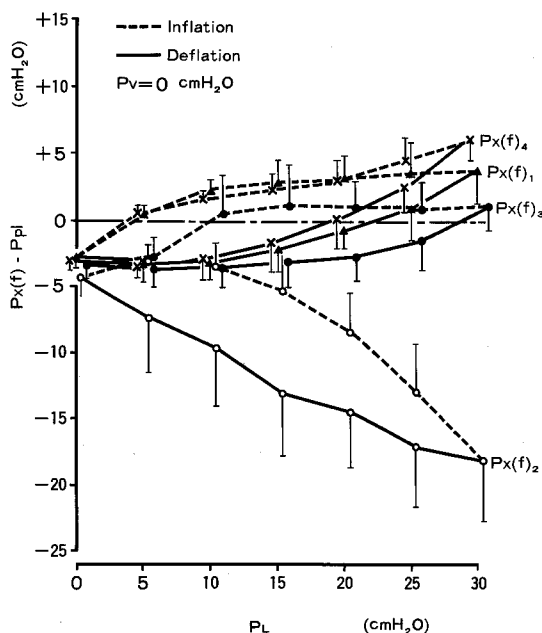


Fig. 5 Four kinds of interstitial fluid pressures ($P_x(f)$) relative pleural pressure at each transpulmonary pressures (P_L) in vascular pressure (P_v) = 0 cmH₂O. Solid lines represent the deflation limb. Dashed lines represent the inflation limb. Points and bars indicate the mean \pm SD.

に肺弾性圧を0~30 cm H₂Oに5 cm H₂O間隔で変化させ測定した間質液圧を、胸膜外圧との圧差で示してある。下段には、著者¹²⁾の気管支周囲圧(P_x)を掲げた。

Fig. 5は、血管内圧を肺胞内圧と等しく0 cm H₂Oとしたときの、各肺弾性圧下での、吸気時と呼気時の気管支周囲圧($P_x(f)$)を示した。 $P_x(f)$ と胸膜外圧との圧差で示しているが、 $P_x(f)_1$ 、 $P_x(f)_3$ 、 $P_x(f)_4$ と胸膜外圧との圧差は、吸気時にやや陽圧を示し、呼気時には陰圧側へと移行を示した。これに対して、 $P_x(f)_2$ を胸膜外圧との圧差は、呼気時も吸気時も常に陰圧側であり、限局した陰圧の場を形成していることが明らかになった。

$P_x(f)_2$ と $P_x(f)_1$ 、 $P_x(f)_3$ 及び $P_x(f)_4$ とは、肺弾性圧15 mm H₂O以上で有意差を認めた。又、 $P_x(f)_1$ 、 $P_x(f)_3$ 、 $P_x(f)_4$ は、 $P_x(f)_3$ と $P_x(f)_4$ が、肺弾性圧25, 30 cm H₂Oでのみ有意差があるが、その他の条件では、有意差を認めなかった。

Fig. 6は、肺血管内圧が0と30 cm H₂Oの場合に測

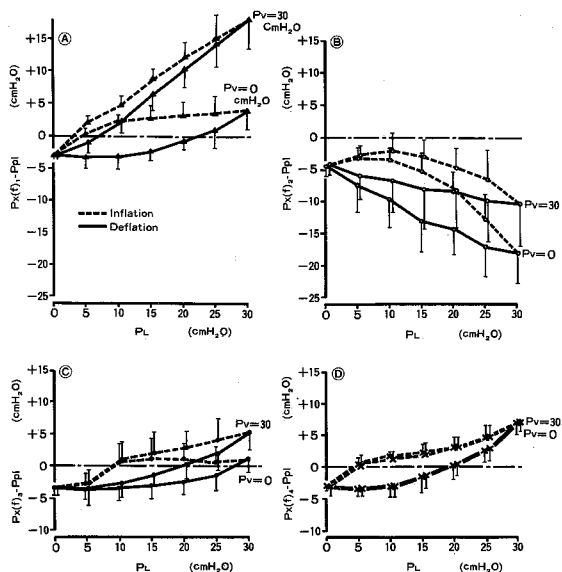


Fig. 6 Four kinds of interstitial fluid pressures ($P_x(f)$) relative to alveolar pressure. Solid lines represent the deflation limb. Dashed lines represent the inflation limb. Points and bars indicate the mean \pm SD.

定したものを、各間質液圧と胸膜外圧との圧差で示した。肺弾性圧30 cm H₂O、肺血管内圧が0 cm H₂Oでの、それぞれの間質液圧と胸膜外圧との圧差は、 $P_x(f)_1 - Ppl = +4.0 \pm 2.9$, $P_x(f)_2 - Ppl = -18.0 \pm 4.7$, $P_x(f)_3 - Ppl = +1.2 \pm 1.9$, 及び $P_x(f)_4 - Ppl = +6.2 \pm 1.6$ cm H₂O (mean \pm S. P, n=5)であった。それに対して、肺弾性圧30 cm H₂O、肺血管内圧が30 cm H₂Oになると、それぞれの圧差は、 $P_x(f)_1 - Ppl = +18.2 \pm 4.4$, $P_x(f)_2 - Ppl = -10.0 \pm 6.9$, $P_x(f)_3 - Ppl = +5.4 \pm 2.9$, 及び $P_x(f)_4 - Ppl = +6.4 \pm 1.5$ cm H₂Oに変化した。肺血管内圧が0から30 cm H₂O陽圧になることにより、 $P_x(f)_1$ 、 $P_x(f)_2$ 、 $P_x(f)_3$ 、 $P_x(f)_4$ は、それぞれ約14, 8, 4, 0.2 cm H₂O陽圧側に移動した。すなわち、肺血管内圧の影響が最も大きいのは $P_x(f)_1$ 、(Fig. 6-A)で、次に $P_x(f)_2$ 、(Fig. 6-B)であり、 $P_x(f)_4$ (Fig. 6-D)においては、ほとんど影響を認めなかった。

4 考 察

総気管支周囲圧 (Px) は、従来、気管支に肺実質が付着したままの状態と、肺実質を剝離した状態で測定した気管支圧一直径曲線を比較した結果に基づいて推定されている。

すなわち、Sasaki *et al.*⁹⁾ は、ビーズで気管支をブロックしたモデルを用い、気管支の長さを固定して行なった実験結果から、総気管支周囲圧と胸膜外圧との圧差 (Px-Ppl) は、肺弾性圧 30 cm H₂O の状態で約 14 cm H₂O であるとしている。

一方、近年、wick カテーテルを気管支と肺動脈の接合部に挿入して、直接気管支周囲及び血管周囲圧を測定した成績が報告され、気管支周囲間質液圧 (Px(f)) を示すと考えられているが、Goshy *et al.*¹¹⁾ によれば、その圧は Sasaki *et al.*⁹⁾ の成績にくらべて 2 倍の圧差がある。

このような差異は、測定方法によっても、生じ得ると考えられるが、気管支と肺血管との関係、及びこれらの周囲をとりまく肺実質以外の構造がどのように影響しているかを明らかにすることがより重要であると考えられる。

著者¹²⁾ は、先に、気管支周囲の構造を段階的に剝離しながら、それぞれの状態における気管支圧一直径曲線を測定した結果、Table 1 下段に示すような成績を報告した。すなわち、肺実質を数 mm 残して剝離した時 (Px₁)、肺実質をすべて剝離した時 (Px₂)、肺実質及び肺血管を剝離した時 (Px₃)、及び肺実質、肺血管及び fibroelastic membrane を剝離した時 (Px₄) の総気管支周囲圧を測定し、これと、胸膜外圧との圧差は、肺弾性圧 30 cm H₂O で、それぞれ、Px₁-Ppl = +0.8 ± 4.4, Px₂-Ppl = +2.4 ± 5.3, Px₃-Ppl = +12.4 ± 2.8, 及び Px₄-Ppl = +15.5 ± 2.5 であった。この成績は、気管支周囲の組織を少しずつ剝離していくと、それに対応して気管支周囲圧は減少すること、とくに、気管支に血管が付着していることの影響が大きいことを明らかにしたもので、Sasaki *et al.*⁹⁾ の報告と異なって肺弾性圧 30 cm H₂O の状態では、気管支周囲圧は胸腔内圧とほぼ等しいことを示している。彼らの方法による測定は、血管をとりぞくことにより、周囲の fibroelastic membrane を破壊しているため、気管支周囲圧を正確に測定していないことが考えられる。

次に、wick カテーテルによる測定方法であるが、これは、気管支周囲間質液圧を直接測定する有用な方法ではあるが、測定値のバラツキが問題となる。Lai-Fook

等も種々の検討を行なっているが、カテーテルの構造上、その作製、挿入方法などに厳密な注意が必要とされる。本研究でも、wick カテーテルの反応性、再現性を十分チェックし、又、挿入部位も測定後すべての肺葉で確認した。

以上のような配慮を加えた上で、wick カテーテルの挿入部位を以下の 4 つに定めた。肺動脈壁内の中膜と外膜の間、肺動脈の外膜と fibroelastic membrane の間、fibroelastic membrane と気管支外膜の間、さらに気管支軟骨層の内側で気管支の粘膜固有層内とし、それぞれの部位の間質液圧を測定した。さらに、肺血管内圧の影響をみるため肺血管内圧を肺胞内圧と一致させ (0 cm H₂O) た状態、及び +30 cm H₂O 上昇させた状態で測定した。その結果、肺内気管支及び血管周囲間質液圧は、挿入部位によって異なることが明らかとなった。とくに、血管の外膜と fibroelastic membrane の間の間質液圧は、他の部位と異なっており、胸膜外圧と比べてかなり陰圧であることが判明した。実際、肺弾性圧 30 cm H₂O では、fibroelastic membrane の内と外では、約 19 cm H₂O の圧差があり、この部位は局所的に強い陰圧を示していた。

さらに、肺動脈圧内の変化は、動脈に近い部分の間質液圧には、大きく影響するが、気管支壁内の間質液圧には、ほとんど影響を及ぼさないことが明らかとなった。

又、先の実験¹²⁾ 結果と本実験結果を対比してみると、総気管支周囲圧 (Px₂) と気管支壁間質液圧 (Px(f)₃) とは、ほぼ一致した値を示すことから、測定方法は異なっても、ほぼ同じものをみていると考えられた。

以上を総合すると、気管支周囲にあっては、気管支に血管が付着することにより、局所的な圧分布変化を示していることが考えられる。この理由として、気管支壁自体のコンプライアンス、fibroelastic membrane のコンプライアンス、肺血管のコンプライアンスがそれぞれ異なっているため、さらに、これらがおたがいに、相互依存性を示しているためと考えられた。

Lai-Fook *et al.*⁶⁾ は、肺動脈と気管支の圧一直線曲線と肺実質の力学的特性から、気管支と肺動脈の接点では、強い圧分布変化を生ずると報告している。

又、Hida *et al.*⁹⁾ 及び Inoue *et al.*¹⁰⁾ は wick カテーテル法を用いて測定し、fibroelastic membrane と肺動脈外膜との間の間質液圧は、肺血管に生理的食塩液を満たして肺胞内圧より陽圧にすると、しだいに陽圧側へ変化することを報告している。しかし、彼らは、他の部位の間質液圧の変化を測定しておらず、肺水腫

の場合、どの部位の間質液圧が最も早く大きく変化するかについてはふれていない。

本研究は、Lai-Fook *et al.* の力学的特性モデルの結果を、実際に間質液圧を測定することによって証明したと考えられた。さらに、fibroelastic membrane と肺動脈外膜の間の間質液圧が強い陰圧を示すことから、肺水腫が生じた場合には、この部位の圧がもっとも早く変化する可能性があることを示唆したものと考えられた。又、fibroelastic membrane を介しての間質液圧の圧差が大ききことは、間質の組織液はこの膜を介して容易に通過しないことを示唆しているものと思われる。

臨床的にも、従来より、肺水腫時の初期の胸部レントゲン上の所見として、肺血管辺縁の不鮮明化（ボケ像）が知られており、これは、perivascular cuffing と呼ばれているが、本研究は、この現象出現の原因を生理学的に解明したことになるとと思われる。

5 結 論

- 1) Wick カテーテルを用いて、肺内気管支及び血管周囲の以下の4つの部位の間質液圧を測定した。
 - ① 肺動脈壁内の中膜と外膜の間 ($P_x(f)_1$)
 - ② 肺動脈外膜と fibroelastic membrane との間 ($P_x(f)_2$)
 - ③ fibroelastic membrane と気管支外膜の間 ($P_x(f)_3$)
 - ④ 気管支軟骨層の内側に粘膜固有層内 ($P_x(f)_4$)
- 2) 肺内気管支及び血管周囲の異なった部位での間質液圧は異なっていた。とくに $P_x(f)_2$ は、有意に陰圧であり、肺水腫などの場合、最初に影響がおよぶ部位と考えられた。
- 3) 各部位の間質液圧は、血管内圧の変化に対して、それぞれ異なった反応を示し、血管に近い部位の間質圧がより変化が大きき、気管支壁内の間質液圧には、ほとんど影響しなかった。

稿を終えるにあたり、御指導、御協力いただいた東北大学内科学第一講座、滝島 任教授並びに中村雅夫先生、又、Washington 大学の D. L. Luchtel 及び、Virginia Mason Research Center. の J. Hildebrandt 先生に感謝いたします。又、御指導、御校閲賜った札幌医科大学内科学第三講座、鈴木 明教授に深謝致します。

文 献

1. Hyatt, R. E. and Flath, R. E.: Influence of lung parenchyma on pressure-diameter behavior of dog bronchi. *J. Appl. Physiol.* **21**, 1448-1452 (1966).
2. Lai-Fook, S. J. and Hyatt, R. E.: Effect of parenchyma and length changes on vessel pressure-diameter behavior in pig lung. *J. Appl. Physiol.* **47**, 666-669 (1979).
3. Sasaki, H., Hoppin, F. G. Jr. and Takishima, T.: Peribronchial pressure in excised dog lungs. *J. Appl. Physiol.* **45**, 858-869 (1978).
4. Lai-Fook, S. J.: A continuum mechanics analysis of pulmonary vascular interdependence on isolated dog lobes. *J. Appl. Physiol.* **46**, 419-429 (1979).
5. Lai-Fook, S. J., Hyatt, R. E. and Rodarte, J. R.: Effect of parenchymal shear modulus and lung volume of bronchial pressure-diameter behavior. *J. Appl. Physiol.* **44**, 859-863 (1978).
6. Lai-Fook, S. J. and Kallok, M. J.: Bronchial-arterial interdependence in isolated dog lung. *J. Appl. Physiol.* **52**, 1000-1007 (1981).
7. Lai-Fook, S. J. and Toporoff, B.: Pressure-volume behavior of perivascular interstitium measured in isolated dog lung. *J. Appl. Physiol.* **48**, 939-946 (1980).
8. Smith, J. C. and Mitzner, W.: Analysis of pulmonary vascular interdependence in excised dog lobes. *J. Appl. Physiol.* **48**, 450-467 (1980).
9. Hida, W., Inoue, H. and Hildebrandt, J.: Lobe weight gain and vascular, alveolar, and peribronchial interstitial fluid pressure. *J. Appl. Physiol.* **52**, 173-183 (1982).
10. Inoue, H., Inoue, C. and Hildebrandt, J.: Vascular and airway pressures, and interstitial edema, affect peribronchial fluid pressure. *J. Appl. Physiol.* **48**, 177-185 (1980).
11. Goshy, M., Lai-Fook, S. J. and Hyatt, R. E.: Perivascular pressure measurements by wick-catheter technique in isolated dog lobes. *J. Appl. Physiol.* **46**, 950-955 (1979).
12. 池田裕次: 気管支周囲組織の気管支圧-直径曲線に及ぼす影響-摘出した犬肺における検討. 札幌医誌 **54**, 473-481 (1985).
13. Von Hayek, H.: *The Human Lung*. V. E. Krael. New York, Hafner (1960).
14. Scholander, P. F., Hargens, A. R. and Miller, S. L.: Negative pressure in the interstitial fluid of animals. *Science* **161**, 321-329 (1968).

別刷請求先:

(〒060) 札幌市中央区南1条西16丁目

札幌医科大学内科学第3講座 池田裕次